UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DISCIPLINA: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
Prof.ª: CARMINDA CÉLIA M. M. CARVALHO

CAPÍTULO 4- INSTALAÇÕES EM RESIDÊNCIAS

4.1- ELEMENTOS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

- Ponto: termo geral de designação de centros de luz, tomadas, arandelas, interruptores, botões de campainha e aparelhos fixos de consumo.

- Ponto útil ou ativo: dispositivo onde a corrente elétrica é realmente utilizada ou produz efeito. Exemplo: local onde é instalada uma lâmpada; tomada na qual se liga um aparelho eletrodoméstico.

✓ Ponto simples: chuveiro elétrico; lâmpada ou grupo de lâmpadas funcionando em conjunto (lustres).

✓ Tomada simples: quando se pode ligar somente um aparelho. Em geral são de 15A-250V. Existem também tomadas para uso industrial de 30A-440V.

- Ponto de comando: dispositivo por meio do qual se governa um ponto ativo. Exemplo: Interruptores, disjuntores.

✓ Interruptor simples ou unipolar: acende e apaga uma só lâmpada ou um grupo de lâmpadas funcionando em conjunto. Em geral são de 10A-250V.

✓ Interruptor paralelo (*Three-Way*): quando operado com outro da mesma espécie acende ou apaga, de pontos diferentes, o mesmo ponto útil. Em geral é de 10A-250V.

✓ Interruptor intermediário (*Four-Way*): é colocado entre interruptores paralelos, podendo-se acender ou apagar, de três pontos diferentes, o mesmo ponto ativo.

4.2- EXEMPLOS DE ESQUEMAS FUNDAMENTAIS DE LIGAÇÕES

LEGENDA:

: luz incandescente no teto

: luz incandescente na parede (arandela)

: eletroduto embutido no teto ou parede

: condutores fase, neutro e retorno no eletroduto, respectivamente

: interruptor de uma seção

: interruptor de duas seções

: interruptor *three way*

: interruptor *four way*

: tomada baixa na parede (30 cm do piso acabado)

1- Ponto de luz e interruptor simples (uma seção) (figura 4.1):
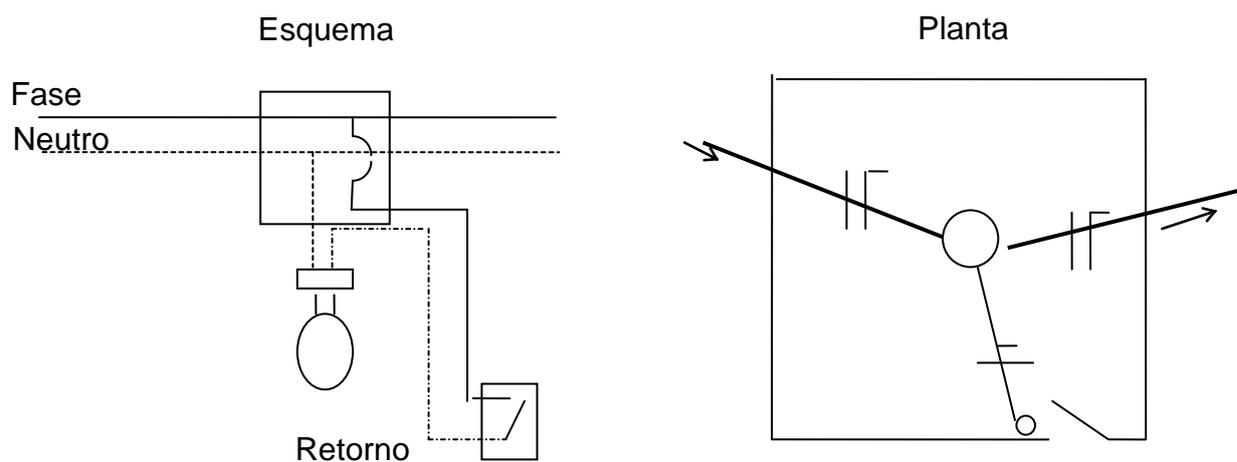
Figura 4.1: Ponto de luz e interruptor simples (uma seção)

2- Ponto de luz, interruptor de uma seção e tomada (figura 4.2):
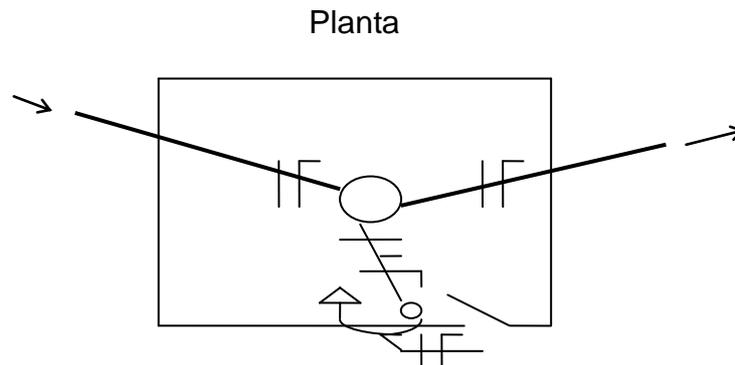
Figura 4.2: Ponto de luz, interruptor de uma seção e tomada

3- Ponto de luz no teto, arandela e interruptor de duas seções (fig. 4.3):
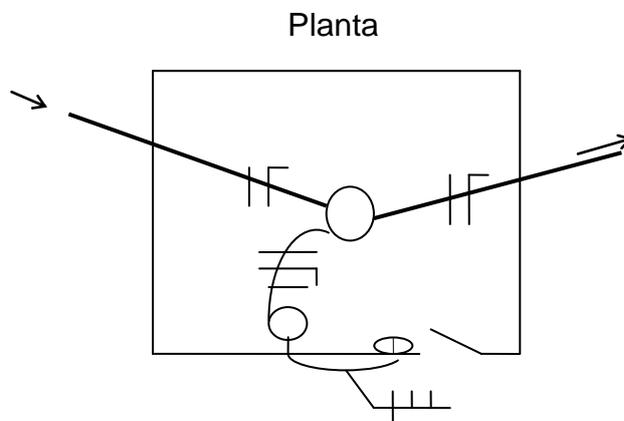
Figura 4.3: Ponto de luz no teto, arandela e interruptor de duas seções

4- Ligação de uma lâmpada com interruptores “three-way” (figura 4.4):

Esquema Planta
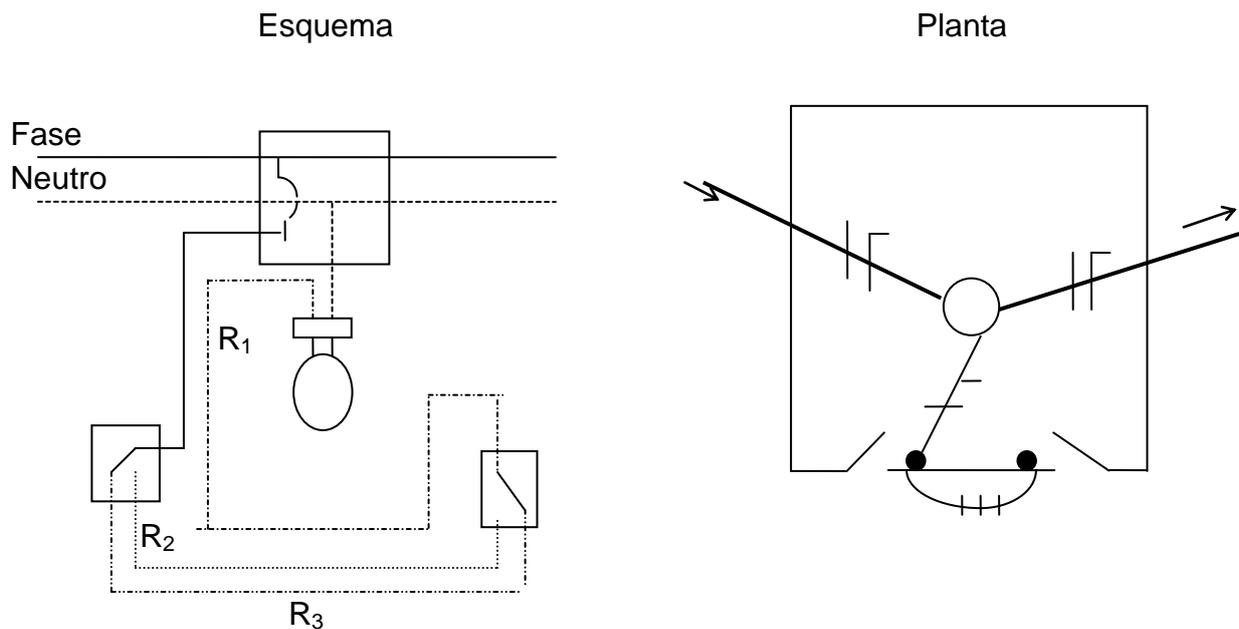
Figura 4.4: Ligação de uma lâmpada com interruptores “three-way”

5- Ligação de uma lâmpada com dois “three-way” e um “four-way” (figura 4.5):
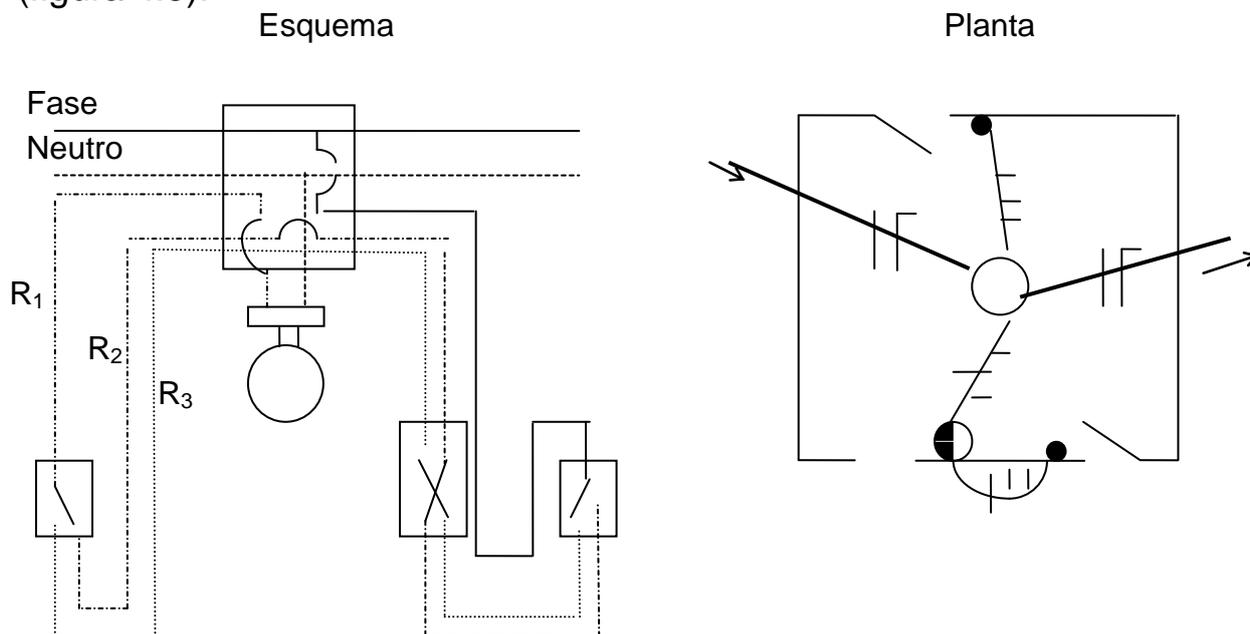
Figura 4.5: Ligação de uma lâmpada com dois “three-way” e um “four-way”

Observação: Instalação de campainhas (figura 4.6):

- ✓ Para as campainhas podem ser utilizados circuitos independentes com condutores de 0,5mm² ou 1,0mm².
- ✓ Também pode ser usada a fase de uma tomada ou de um interruptor próximos ao botão e o neutro de um ponto de luz ou tomada localizados próximo à campainha.
- ✓ Pode também ser utilizado o mesmo eletroduto de um circuito de iluminação ou tomada para conduzir a alimentação da mesma.
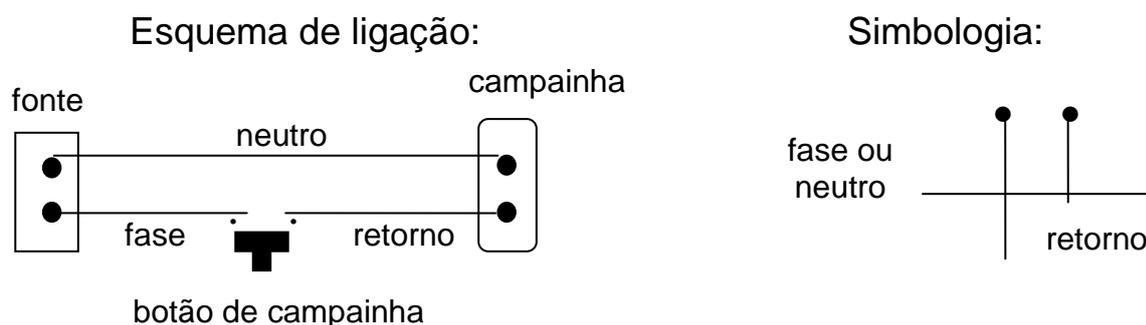
Figura 4.6: Instalação de campainhas - esquema de ligação e simbologia

Por serem de carga muito pequena e de rápida utilização, as campainhas não são computadas durante o levantamento da carga total da instalação.

4.3- SÍMBOLOS E CONVENÇÕES

São utilizados para facilitar a execução do projeto e a identificação dos elementos que constituem os circuitos elétricos (ver tabela em anexo).

4.4- CARGA DOS APARELHOS E PONTOS DE UTILIZAÇÃO

A potência média dos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento e as potências nominais de condicionadores de ar tipo janela consideradas pela CELPA podem ser encontradas nas tabelas 1.1 e 1.2, respectivamente, da NTD-01.

As cargas de iluminação em unidades residenciais, hotéis e similares podem ser determinadas utilizando-se o seguinte critério:

- Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m^2 deve ser prevista uma carga mínima de 100VA.

- Em cômodos ou dependências com área superior a 6m^2 deve ser prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6m^2 e um acréscimo de 60VA para cada aumento de 4m^2 inteiros.

Exemplo: Para uma área com 29m^2, deve-se considerar:

- ✓ 100 VA para os primeiros 6m^2.
- ✓ $\frac{23}{4} = 5{,}75$ para os restantes 23m^2 $\Rightarrow$ considerando-se somente o inteiro, tem-se: 5 x 60 = 300VA.

Então, a carga total a ser considerada será de 400VA.

4.5- TOMADAS DE CORRENTE

Utilizadas para alimentar os aparelhos e máquinas em residências, escritórios, oficinas e outros. Podem ser divididas em duas categorias:

- Tomadas de uso específico: são aquelas projetadas para atender aparelhos fixos ou estacionários, que embora possam ser removidos, trabalham sempre em um determinado local (Exemplos: Chuveiros elétricos, aparelhos de ar condicionado e máquinas de lavar roupa). Devem ser instaladas a no máximo 1,5m de distância do local previsto para a colocação do aparelho.

- Tomadas de uso geral: são aquelas projetadas para alimentar outros aparelhos em geral, que não sejam os fixos e os estacionários.

4.5.1- POTÊNCIA A SER PREVISTA NAS TOMADAS

- Tomadas de uso específico (TUE's): utiliza-se nos cálculos de projeto a potência nominal do aparelho a ser alimentado.

- Tomadas de uso geral (TUG's): os valores mínimos de potência a serem considerados durante a execução do projeto são os seguintes:

a) Em instalações residenciais:

- Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes: 600VA por tomada para as três primeiras tomadas; 100VA para as demais. Quando o total de tomadas, no conjunto desses ambientes, for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de, no mínimo, 600VA por ponto de tomada até dois pontos e 100VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente.

- Outros cômodos ou dependências: 100VA por tomada.

b) Em instalações comerciais: 200VA por tomada.

4.5.2- NÚMERO MÍNIMO DE PONTOS DE TOMADAS DE USO GERAL

a) Em instalações residenciais:

- Salas e dormitórios: pelo menos um ponto de tomada para cada 5 metros ou fração de perímetro, uniformemente distribuídos.
- Cozinhas ou copas-cozinhas: um ponto de tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro. Acima de cada bancada com largura superior a 30cm devem ser previstos, pelo menos, dois pontos de tomada.

- Banheiros: um ponto de tomada perto da pia.
- Subsolos, sótãos, garagens e varandas: uma tomada no mínimo.
- Para outros cômodos ou dependências, que não os mencionados anteriormente: pelo menos um ponto de tomada a cada 5m ou fração de perímetro quando a área do cômodo for maior que 6m^2. Se a área do cômodo for igual ou inferior a 6m² e superior a 2,25m² deve ser previsto, pelo menos, um ponto de tomada. No caso de área inferior a 2,25m² deve ser previsto, no mínimo, um ponto de tomada admitindo-se que, em função das dimensões reduzidas desse local, o ponto possa ser posicionado externamente à dependência, a até 80cm, no máximo, da sua porta de acesso.

b) Em instalações comerciais:

- Escritório com área $\leq$ 40 m^2: uma tomada para cada 3m ou fração de perímetro, ou uma tomada para cada 4m^2 ou fração de área (adota-se o critério que conduzir ao maior número de tomadas).
- Escritório com área > 40 m^2: dez tomadas para os primeiros 40m^2; uma tomada para cada 10 m^2 ou fração de área restante.
- Lojas: uma tomada para cada 30 m^2 ou fração, não computadas as tomadas destinadas a lâmpadas, vitrines e demonstração de aparelhos.

Obs.: Os pontos de tomada destinados a alimentar mais de um equipamento devem ser providos com a quantidade adequada de tomadas.

4.6- DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES EM CIRCUITOS

O conjunto de pontos de consumo alimentados pelos mesmos condutores e ligados ao mesmo dispositivo de proteção (chave ou disjuntor) constitui um circuito. Nas instalações elétricas polifásicas os circuitos devem ser distribuídos com o objetivo de assegurar o melhor equilíbrio de cargas entre as fases, atendendo às seguintes recomendações:

- Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas. Nas instalações em residências, hotéis e similares são permitidos pontos de iluminação e tomadas em um mesmo circuito, exceto nas cozinhas, copas e áreas de serviço.

- Aparelhos com potência ≥ 1500 VA, como chuveiros elétricos e aquecedores de um modo geral, máquinas de lavar, fogões e fornos elétricos, bem como aparelhos de ar condicionado, devem ser alimentados por circuitos independentes. É permitida a alimentação de mais de um aparelho do mesmo tipo através do mesmo circuito.

- Quando um mesmo alimentador abastece vários aparelhos de ar condicionado deve ser prevista uma proteção individual para cada aparelho, caso esses não possuam proteção interna própria, além da proteção geral do circuito.

- Cada circuito deve possuir seu próprio alimentador neutro.

- Devem ser obedecidas as seguintes prescrições mínimas:
  - Em residências: um circuito para cada 60m^2 ou fração.
  - Em escritórios e lojas: um circuito para cada 50m^2 ou fração.

Costuma-se também dividir os circuitos de iluminação e tomadas colocando, aproximadamente, 1200W de potência para cada um.

4.7- CÁLCULO DA SEÇÃO DOS CONDUTORES

Existem dois critérios básicos para se determinar a seção dos condutores de uma instalação, conforme estudado no capítulo 3: o critério da capacidade de condução de corrente e o critério da máxima queda de tensão admissível. Em circuitos curtos, como o de residências, é suficiente a utilização do critério da capacidade de condução de corrente. Em circuitos longos (acima de 15m, por exemplo), deve-se utilizar os dois critérios, adotando-se a maior seção encontrada.

4.7.1- SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS

Tabela 4.1 :Seções mínimas dos condutores em instalações residenciais

Iluminação	1,5 mm^2
Tomadas de corrente em quartos, salas e similares	1,5 mm^2
Tomadas de corrente em cozinhas, áreas de serviço, garagens e similares	2,5 mm^2
Aquecedor de água em geral	4,0 mm^2
Máquina de lavar roupa	2,5 mm^2
Aparelhos de ar condicionado	2,5 mm^2

4.7.2- CORES DOS CONDUTORES

Os condutores utilizados nas instalações de baixa tensão geralmente obedecem ao seguinte código de cores:

- Fase: preto, branco, vermelho ou cinza
- Neutro: azul-claro
- Terra: verde
- PE: verde ou verde-amarelo
- PEN: azul-claro

4.8- DETERMINAÇÃO DA PROTEÇÃO DOS CIRCUITOS

- Os condutores e equipamentos que fazem parte de um circuito elétrico devem ser protegidos contra sobrecorrentes (correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal).

- Os *equipamentos de proteção contra sobrecorrentes* devem ser capazes de proteger os circuitos contra curto-circuitos (provocados por falta elétrica) e sobrecargas (resultantes da solicitação do circuito acima das suas características de projeto).

- Como exemplos desses dispositivos podem ser citados os disjuntores, os relés e os fusíveis, entre outros.

Obs.: Os *dispositivos de manobra ou de comando* são equipamentos elétricos cuja função é ligar ou desligar um circuito em condições normais de operação.

Portanto, esses equipamentos não têm a função de proteger os circuitos, mas somente de comandá-los, sendo dimensionados a partir das características nominais do circuito ao qual estão conectados (tensão, corrente e freqüência nominal, entre outros).

Os dispositivos de manobra mais utilizados nas instalações prediais de baixa tensão são: interruptores, chaves seccionadoras, contactores, botoeiras e chaves-faca.

Os *disjuntores termomagnéticos em caixa moldada* são os dispositivos de proteção mais utilizados nas instalações elétricas de baixa tensão. Possuem acionamento manual e são equipados com disparadores que atuam em caso de curto-circuito (bobina

eletromagnética) e disparadores térmicos que atuam em caso de sobrecarga (lâminas bimetálicas).

Esses dispositivos operam de acordo com as suas curvas de características térmicas (curva T) e magnéticas (curva M), conforme pode ser observado na figura 4.7. São dimensionados para correntes nominais de 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 45, 50, 63, 80, 90 e 100 A.
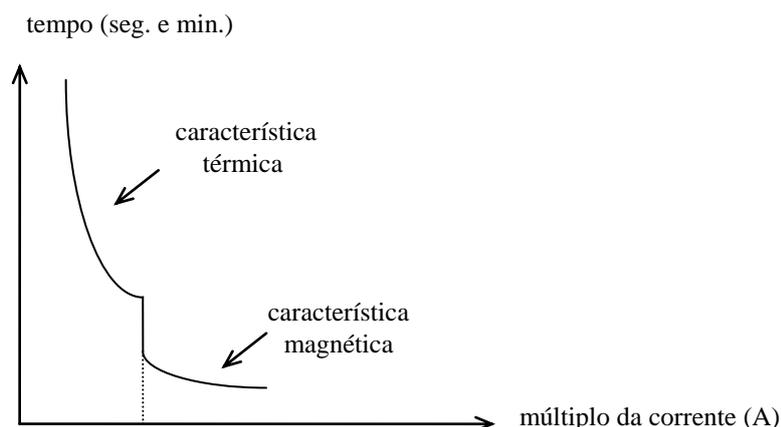
Figura 4.7 :Curva característica de um disjuntor termomagnético

Deve-se prestar atenção para a temperatura de operação para a qual os disjuntores foram projetados, sendo necessário se utilizar um fator de correção para o caso de os mesmos terem sido projetados para serem utilizados a uma temperatura mais baixa (geralmente 25ºC). Os disjuntores tropicalizados são constituídos por um bimetal duplo que permite que a corrente nominal dos mesmos seja mantida até uma temperatura superior, normalmente de 50ºC, sem que o mecanismo de atuação opere.

4.8.1- DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

4.8.1.1- Proteção contra as Sobrecargas

Os dispositivos de proteção contra sobrecargas devem interromper os circuitos antes que a corrente possa provocar um aquecimento prejudicial à isolação dos condutores, aos terminais de ligação ou aos equipamentos. Esses dispositivos devem ser dimensionados de forma a satisfazer as seguintes condições:

$$a)\ I_P \leq I_N \leq I_z$$
$$b)\ I_2 \leq 1{,}45 I_z$$

I_P: corrente de projeto do circuito.
I_N: corrente nominal de operação do dispositivo de proteção.
I_z: capacidade máxima de condução de corrente do condutor.
I_2: corrente que assegura efetivamente a atuação do dispositivo de proteção, sendo normalmente considerada igual à corrente convencional de atuação, no caso de disjuntores, ou à corrente convencional de fusão, para os fusíveis.

Nota: A condição b) é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores[1] não seja mantida por um tempo superior a 100 h durante doze meses consecutivos ou por 500 h ao longo da vida útil do condutor. Quando isso não ocorrer a condição b) deve ser substituída por[2]:

$$I_2 \leq I_z$$

O valor da *Corrente Convencional de Atuação I_2* para disjuntores termomagnéticos em geral pode ser obtido utilizando-se a tabela a seguir (tabela 4.2).

Tabela 4.2: Tempos e correntes convencionais de atuação (I_2) para disjuntores termomagnéticos

(I_N)	Corrente Convencional de Não-Atuação	(I_2)	Tempo Convencional (h)	Temperatura Ambiente de Referência
$I_N \leq 63$ A	**1,05**	**1,35**	**1**	**25°C**
$I_N > 63$ A	**1,05**	**1,25**	**2**	**25°C**

4.8.1.2- Proteção contra os Curto-Circuitos

Os dispositivos de proteção contra curto-circuito devem interromper as correntes antes que os efeitos térmicos e mecânicos provocados pelas mesmas possam se tornar perigosos aos condutores, às ligações a aos equipamentos. Esses dispositivos devem ser dimensionados obedecendo as seguintes recomendações:

[1] Ver capítulo 4 – Tabela 4.1
[2] NBR 5410 / 2004

$$a)\ I_R \geq I_{cs}$$

I_R: corrente de ruptura do dispositivo de proteção.
I_{cs}: corrente de curto-circuito presumida no ponto da instalação do dispositivo.

$$b)\ T_{dd} \leq t$$

T_{dd}: tempo de disparo do dispositivo de proteção para o valor de I_{cs}.
t: tempo limite de atuação do dispositivo de proteção, em segundos.

Para curto-circuitos simétricos ou assimétricos com duração inferior a cinco segundos, o tempo limite de atuação do dispositivo de proteção pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$t = \frac{K^2 S^2}{I_{cs}^2}$$

S: seção nominal do condutor, em mm^2
K: constante relacionada ao material do condutor e a sua isolação, sendo admitidos os seguintes valores para condutores de seção nominal entre $10mm^2$ e $300mm^2$:
K = 115 para condutores de cobre com isolação em PVC;
K = 143 para condutores de cobre com isolação em EPR ou XLPE;
K = 76 para condutores de alumínio com isolação em PVC;
K = 94 para condutores de alumínio com isolação em EPR ou XLPE;

As correntes presumidas de curto-circuito devem ser determinadas em todos os pontos da instalação que forem necessários, nos quais serão aplicados os dispositivos de proteção. O cálculo dessas correntes em instalações prediais de baixa tensão pode ser realizado utilizando-se o procedimento simplificado mostrado a seguir.

4.8.2- DETERMINAÇÃO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO PRESUMIDA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS

Para o caso de uma falta para a terra, o valor da corrente de curto – circuito depende basicamente da impedância existente entre a fonte e o ponto de falta. Nesse caso, o cálculo de I_{cs} em instalações elétricas prediais pode seguir um procedimento simplificado que despreza a impedância do sistema de energia da concessionária (a montante do transformador) e as impedâncias internas dos dispositivos

de proteção e comando. Para um curto-circuito trifásico simétrico (condição mais desfavorável) direto (desprezando-se a resistência de contato), pode-se determinar I_{cs} a partir da seguinte equação:

$$I_{cs} = \frac{V}{\sqrt{3}Z_{cc}}$$

onde
V: tensão de linha nominal (V)
Z_{cc}: impedância total de curto-circuito (mΩ)
Sendo a impedância de curto – circuito igual a:

$$Z_{cc} = \sqrt{(R_L + R_E)^2 + (X_L + X_E)^2}$$

com:
R_L: resistência da linha a montante do circuito (mΩ)
R_E: resistência equivalente secundária do transformador conectado ao circuito de alimentação do circuito (mΩ)
X_L: reatância da linha a montante do circuito (mΩ)
X_E: reatância equivalente secundária do transformador conectado ao circuito de alimentação do circuito (mΩ)

A reatância do transformador é obtida a partir de:

$$X_E = \sqrt{Z_E^2 - R_E^2}$$

onde:
Z_E: impedância equivalente secundária do transformador (mΩ)

Sendo: $$Z_E = \frac{Z\%V^2}{100S_n}$$

com:
Z%: impedância percentual do transformador
S_n: potência nominal do transformador (kVA)

E: $$R_E = \frac{1000P_{cu}}{3I_n^2}$$

onde:
P_{cu}: perdas no cobre (tabelado) (W)
I_n: corrente nominal do transformador (A)

A resistência e a impedância do condutor de alimentação do circuito são dadas por:

$$R_L = \frac{rL}{N} \quad \text{e} \quad X_L = \frac{xL}{N}$$

com:
r: resistência específica do condutor (mΩ/m)
x: reatância específica do condutor (mΩ/m)
L: comprimento do condutor a montante do circuito (entre a fonte e o ponto de curto-circuito) (m)
N: número de condutores em paralelo em uma mesma fase

A impedância total até o ponto de falta deve ser igual a soma de todas as impedâncias de todos os circuitos do percurso, desde o transformador até o ponto de falta.

A figura 4.8 fornece um diagrama simplificado para a determinação de I_{cs} nos circuitos monofásicos ou trifásicos[3].

[3] Referência: Lima Filho, Domingos Leite, "*Projetos de Instalações Elétricas Prediais*", Editora Érica
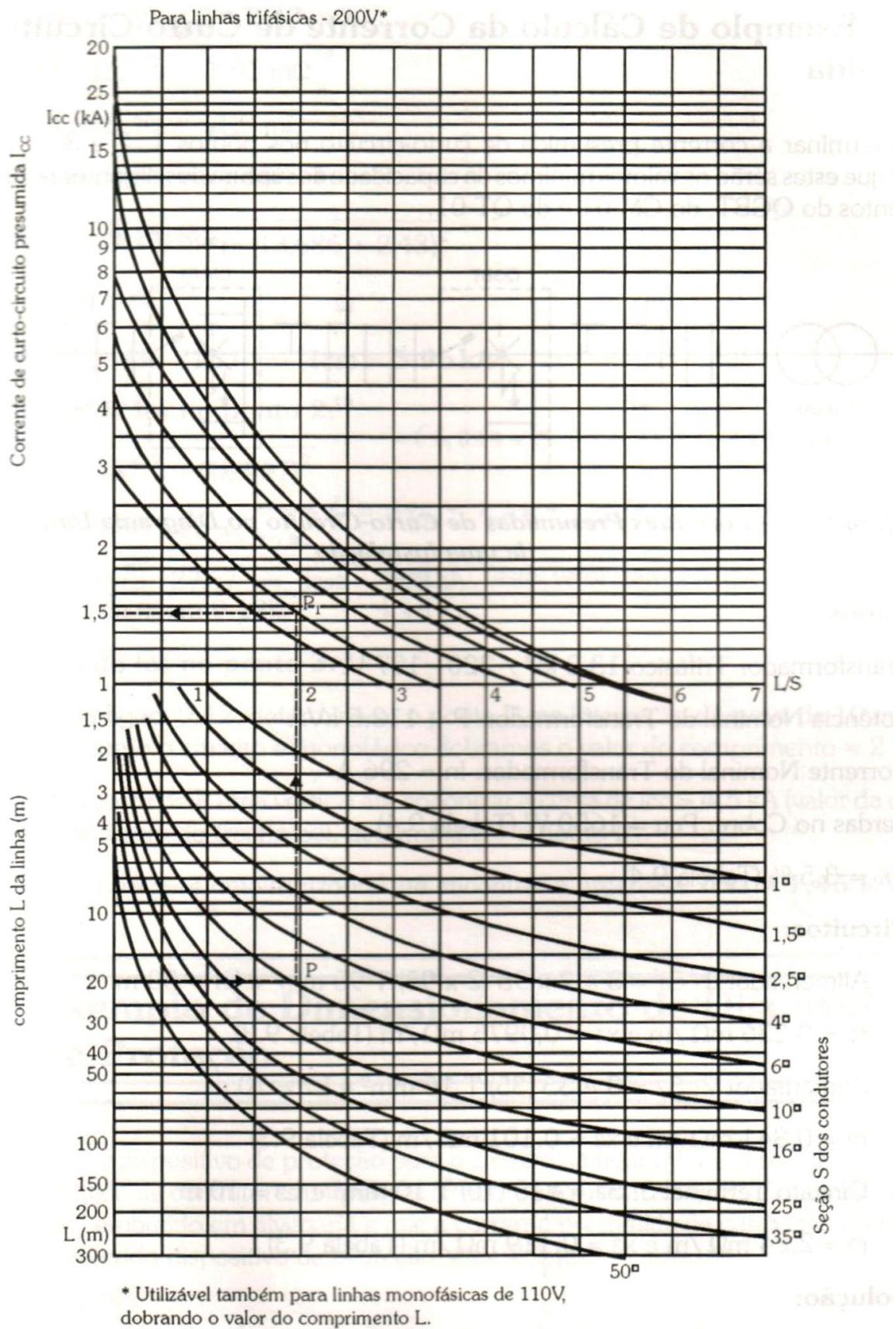
Figura 4.8: Diagrama simplificado para determinação da corrente de curto-circuito presumida

4.9- ALIMENTAÇÃO MONOFÁSICA, BIFÁSICA E TRIFÁSICA DE CONSUMIDORES

A alimentação de um consumidor é determinada de acordo com o tipo de carga que o mesmo possui e pela sua *carga total instalada*, que é a soma de todas as potências nominais dos equipamentos (lâmpadas, motores), incluindo as tomadas.

De acordo com a NTD-01 da CELPA, os consumidores podem ser classificados segundo o seguinte critério:

- <u>Consumidores monofásicos</u> (F-N): são aqueles com carga total instalada de até 7,5KW. São atendidos em 127V através de redes alimentadas por transformadores monofásicos ou trifásicos.

- <u>Consumidores bifásicos</u> (F-F-N): são aqueles que possuem carga total instalada de até 15KW. São atendidos em 127/220V através de redes alimentadas por transformadores trifásicos.

- <u>Consumidores trifásicos</u> (F-F-F-N): são aqueles que possuem carga total instalada de até 75KW (demanda provável de até 66KVA), em tensão de 127/220V. São atendidos em 127/220V através de redes alimentadas por transformadores trifásicos.

Consumidores com carga total instalada superior a 75KW devem ser alimentados pela rede de alta tensão e possuir subestação abaixadora própria.

As tabelas 9 e 10 da NTD-01 da CELPA determinam a classe dos consumidores, dimensionam os ramais de ligação e de entrada (ver seção 4.11) e a potência limite de motores e máquinas de solda que podem ser utilizados por cada tipo de consumidor.

4.10- CÁLCULO DA DEMANDA

- Nas instalações de energia elétrica raramente são utilizados todos os pontos de luz ou tomadas ao mesmo tempo.

- Durante o projeto elétrico deve-se fazer o levantamento da carga total prevista e verificar a categoria na qual se encaixa a instalação (monofásica, bifásica ou trifásica).

- De acordo com essa classificação, pode ser necessário fazer um levantamento mais aproximado da utilização da carga, a fim de dimensionar os equipamentos de proteção mais próximos da realidade (cálculo da demanda).

- Para calcular a demanda, deve-se levar em consideração o *fator de demanda*.

Os valores dos fatores de demanda a serem considerados em diversos tipos de instalações, assim como para diversos tipos de equipamentos, encontram-se nas tabelas da NTD-01 da CELPA. Segundo essa norma, nas instalações com potência instalada até 15KW deve ser considerado fator de demanda igual a 1.

4.10.1- DEMANDA DAS INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS ATENDIDAS EM TENSÃO SECUNDÁRIA (DE ACORDO COM A NTD-01 DA CELPA)

$$D\ (KVA) = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$$

d_1 (KW): demanda para circuitos de iluminação e tomadas.
d_2 (KW): demanda para aparelhos de aquecimento de água (chuveiros, torneiras, aquecedores).
d_3 (KVA): demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela utilizados em residências e escritórios (para outros tipos de utilização FD = 1).
d_4 (KVA): demanda de centrais de condicionamento de ar.
d_5 (KVA): demanda para motores elétricos e máquinas de solda.
d_6 (KVA): demanda para máquinas de solda a transformador e aparelhos de raio-X.

4.11- RAMAIS

4.11.1- DENOMINAÇÕES DA CELPA

- Via pública: é a parte da superfície que se destina a circulação pública.

- Ponto de entrega: é o ponto até o qual a CELPA se obriga a fornecer energia elétrica, responsabilizando-se pelos investimentos necessários, pela execução dos serviços e pela operação e manutenção dos mesmos. O ponto de entrega não é, necessariamente, o ponto de medição.

- Centro de medição: local onde estão instalados os medidores de energia, convenientemente aterrados.

- Caixa para medição: caixa destinada à instalação dos medidores de energia.

- Entrada de serviço: conjunto de equipamentos, condutores e acessórios que são instalados desde o ponto de derivação da rede até o equipamento de medição. Divide-se em ramal de ligação e ramal de entrada.

- Ramal de ligação: conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação e o ponto de entrega.

- Ramal de entrada: conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de entrega e a caixa para proteção.

Observações:

- O ramal de ligação deverá ser instalado pela CELPA, não podendo ser acessível por janelas, sacadas, telhados, escadas, áreas adjacentes ou outros locais de acesso de pessoas. A distância mínima dos condutores a qualquer um desses pontos deve ser de 1,20m na horizontal;

- O ramal de ligação deve ter comprimento máximo de 30m, não devendo exceder 6m dentro da propriedade do consumidor;

- Distância mínima entre o condutor inferior e o solo, na vertical:

✓ Ruas, estradas ou outros locais com trânsito de veículos: 5,5m.
✓ Garagens ou outros locais com passagem restrita de veículos: 4,5m.
✓ Circulação exclusiva de pedestres: 3,5m.

- O ramal de entrada deverá ser instalado pelo consumidor, obedecendo as prescrições contidas nos desenhos da NTD-01.

OUTRAS DEFINIÇÕES DA NTD-01:

- <u>Entrada individual</u>: é todo ramal de entrada que alimenta um único consumidor com medidor próprio.

- <u>Entrada coletiva</u>: é quando o ramal de entrada possui a finalidade de alimentar uma propriedade com mais de um consumidor com área de serventia comum.

Quando o ramal de ligação excede 6m dentro da propriedade do consumidor, ou os 30m permitidos, pode-se instalar um poste particular para fixar o ponto de entrega. Nesse caso, a entrada de serviço pode ser com ramal de ligação e ramal de entrada aéreos, ramal de ligação aéreo e ramal de entrada subterrâneo ou ambos os ramais subterrâneos.

Obs: Poste particular: ≥ 5m para consumidor localizado do mesmo lado do secundário da CELPA.

≥ 7m para consumidor localizado do lado oposto ao secundário da CELPA.

Engastamento mínimo: 1,2m.

4.12- LEVANTAMENTO DE MATERIAL E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para a execução de um projeto elétrico residencial precisa-se previamente realizar o levantamento do material, que consiste em relacionar todo o material que aparece na planta residencial a ser empregado na construção.

Para determinar as medidas dos eletrodutos e fios deve-se:

- Medir diretamente na planta os eletrodutos representados no plano horizontal.

- Somar, quando for o caso, os eletrodutos que sobem e descem até as caixas.

<u>Medidas do eletroduto no plano horizontal</u>: são feitas na própria planta residencial.

<u>Medidas dos eletrodutos que descem até as caixas</u>: são determinadas descontando-se a altura em que a caixa está instalada da soma da medida do pé direito com a medida da espessura da laje da instalação.

Exemplo: Instalação com pé direito igual a 2,80m e espessura da laje igual a 15cm.

$\Rightarrow$ 2,80 + 0,15 = 2,95m

Caixa para tomada alta (instalada a 2,00m do piso acabado)

$\Rightarrow$ comprimento do eletroduto: 2,95 - 2,00 = 0,95m

Caixa para interruptor e tomada média (instalada a 1,30m do piso acabado)

$\Rightarrow$ medida do eletroduto: 2,95 - 1,30 = 1,65m

Medidas dos eletrodutos que sobem até as caixas: são determinadas somando-se a medida da altura da caixa com a espessura do contrapiso.

Exemplo: Instalação com 0,10m de espessura de contrapiso:

Caixa para tomada baixa (instalada a 0,30m do piso acabado)

$\Rightarrow$ comprimento do eletroduto: 0,30 + 0,10 = 0,40m

Caixa para tomada média (instalada a 1,30m do piso acabado)

$\Rightarrow$ comprimento do eletroduto: 1,30 + 0,10 = 1,40m

Observações:

- O quadro de distribuição é instalado a 1,20m do piso acabado.
- A medida dos condutores de alimentação é a mesma medida dos eletrodutos por onde eles passam.

Tendo-se medido e relacionado os condutores e os eletrodutos, determina-se também o número de:

- caixas (retangular - 4” x 2”; quadrada - 4” x 4”; octogonal - 4” x 4”)
- curvas (45^{o}; 90^{o}); luvas; buchas e arruelas
- tomadas (bipolar; tripolar; simples; dupla)
- interruptores (simples; duas teclas; três teclas; quatro teclas; conjugado; “three way”)
- outros componentes: quadro de distribuição; disjuntores; botão de campainha; campainha; barras de aterramento, etc.